



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 199 21 976 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
F 01 N 3/20

⑯ Aktenzeichen: 199 21 976.1  
⑯ Anmeldetag: 12. 5. 1999  
⑯ Offenlegungstag: 16. 11. 2000

19270 U.S. PTO  
10/767395  
012804

DE 199 21 976 A 1

⑯ Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

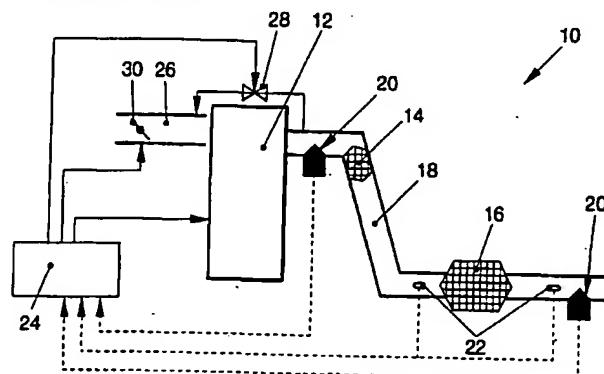
⑯ Erfinder:  
Pott, Ekkehard, 38518 Gifhorn, DE; Gottschling, Martina, 38118 Braunschweig, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:  
DE 196 36 041 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑯ Anordnung zur Reinigung eines Abgases einer Verbrennungskraftmaschine

⑯ Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Reinigung eines Abgases einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem in einem Abgaskanal angeordneten Katalysatorsystem zur Reduzierung eines NO<sub>x</sub>-Anteiles des Abgases, wobei das Katalysatorsystem einen motornahen Vorkatalysator und wenigstens einen stromab angeordneten NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator umfaßt. Es ist vorgesehen, daß ein Volumen des Vorkatalysators (14) 15% bis 35% eines Volumens eines Hubraumes der Verbrennungskraftmaschine (12) entspricht.



DE 199 21 976 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Reinigung eines Abgases einer Verbrennungskraftmaschine mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen.

Anordnungen der gattungsgemäßen Art sind bekannt und werden zur Reduzierung gasförmiger Schadstoffe, wie CO, HC oder NO<sub>x</sub> als Bestandteile des Abgases, verwendet. Solche Verbrennungskraftmaschinen können in verschiedenen Arbeitsmodi betrieben werden, die sich durch einen Lambdawert charakterisieren lassen. So verweist ein Lambdawert  $\lambda > 1$  auf einen Arbeitsmodus, bei dem eine Konzentration von Sauerstoff eine Konzentration eines Kraftstoffes übersteigt (magerer Atmosphäre). Bei  $\lambda = 1$  liegen stöchiometrische Verhältnisse vor, während bei  $\lambda < 1$  – in sogenannter fetter Atmosphäre – die Konzentration des Kraftstoffes überwiegt. Im Zuge fortschreitender Optimierungsbemühungen eines Verbrennungsvorganges hinsichtlich eines Kraftstoffverbrauchs hat es sich als vorteilhaft erwiesen, insbesondere bei Verbrennungskraftmaschinen mit Direkteinspritzung, den mageren Arbeitsmodus ( $\lambda > 1$ ) der Verbrennungskraftmaschine möglichst lange aufrechtzuerhalten.

Während des Verbrennungsvorganges eines Luft-Kraftstoff-Gemisches entstehen entsprechend der Betriebspa-  
rameter und des Arbeitsmodus der Verbrennungskraftmaschine reduzierende Gaskomponenten, wie CO und HC, oder oxidierende Gaskomponenten, wie NO<sub>x</sub>. Beide Gas-  
komponenten liegen in einem thermodynamischen Gleich-  
gewicht untereinander und mit Sauerstoff vor, dessen Ein-  
stellung durch geeignete Katalysatoren unterstützt werden  
kann. Eine Oxidation der reduzierenden Gaskomponenten ist weitestgehend unter allen Arbeitsmodi möglich. Es ist je-  
doch nicht möglich, in dem mageren Arbeitsmodus eine Re-  
duktion des NO<sub>x</sub> an dem Katalysator zu gewährleisten. Da-  
her werden NO<sub>x</sub>-Absorber eingesetzt, die unter solchen Be-  
dingungen NO<sub>x</sub> zwischenspeichern und bei  $\lambda \leq 1$  eine kata-  
lytische Umsetzung (Reduktion) des NO<sub>x</sub> erlauben.

Es ist ferner bekannt, ein Katalysatorsystem aus einem motornahen Vorkatalysator mit wenigstens einem stromab angeordneten NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator zu bilden. Der Vorkatalysator ist üblicherweise ein 3-Wege-Katalysator. Das heißt, er kann einerseits eine Oxidation der reduzierenden Gaskomponenten beschleunigen und andererseits auch die Reduktion des NO<sub>x</sub> unterstützen. In dem bevorzugten mageren Arbeitsmodus findet allerdings nur die Oxidation der reduzierenden Gaskomponenten statt, während NO<sub>x</sub> in dem nachfolgenden NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator eingelagert wird. Eine Absorption des NO<sub>x</sub> in dem NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator findet solange statt, bis seine Kapazität überschritten wird und/oder eine Desorptionstemperatur erreicht wird.

In gängigen Kraftstoffen ist Schwefel in wechselnden Anteilen vorhanden. Während des Verbrennungsvorganges des Luft-Kraftstoff-Gemisches entsteht dabei SO<sub>2</sub>, welches in dem NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator unter Bildung von Sulfat absorbiert wird. Die Sulfatbildung kann allerdings zu Inhomogenitäten innerhalb des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators aufgrund einer partiellen Kornbildung führen. Solche Inhomogenitäten bilden einen Angriffspunkt für korrosive Prozesse, wie beispielsweise eine Rißbildung oder auch thermische Alterungerscheinungen, und führen damit zu einer Schädigung des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators. Daneben werden die zur NO<sub>x</sub>-Einelagerung verfügbaren Speicherplätze mit den chemisch stabileren Sulfaten blockiert und somit eine Effizienz der NO<sub>x</sub>-Einelagerung im mageren (Abgas) Arbeitsmodus gemindert.

Es ist daher bekannt, den NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator in regelmäßigen Zyklen zu entschwefeln. Notwendige Bedin-

gung für die Entschwefelung ist zum einen eine Einstellung einer Mindestentschwefelungstemperatur, und zum anderen muß sich die Verbrennungskraftmaschine in dem fetten Arbeitsmodus befinden. Ist Lambda sehr gering, so wird überwiegend H<sub>2</sub>S gebildet, während bei einem Lambdawert um 1 oder knapp unter 1 überwiegend SO<sub>2</sub> entsteht. Nachteilig bei den bisherigen Katalysatorsystemen ist jedoch, daß weiterhin eine sehr hohe Konvertierungsrate für die Oxidation der reduzierenden Gaskomponenten an dem Vorkatalysator besteht. Daher ist trotz fetter Atmosphäre die Konzentration der reduzierenden Gaskomponenten hinter dem Vorkatalysator relativ gering, und somit verlängert sich eine Dauer der Entschwefelung. Dies führt zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch.

15 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auf möglichst einfache und kostengünstige Weise eine Reduzierung der Konvertierungsrate der reduzierenden Gaskomponenten während der Entschwefelung zu ermöglichen. Weiterhin soll die Entschwefelung überwiegend zur Bildung von SO<sub>2</sub> anstelle von H<sub>2</sub>S führen.

16 Erfnungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch die Anordnung zur Reinigung des Abgases der Verbrennungskraftmaschine mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen. Dadurch, daß das Volumen des Vorkatalysators 15% bis 25 eines Volumens eines Hubraumes der Verbrennungskraftmaschine entspricht, kann die Konvertierungsrate des Vorkatalysators während der Entschwefelung deutlich gesenkt werden, so daß in einem solchen Arbeitsmodus der Verbrennungskraftmaschine eine erhöhte Konzentration reduzierender Gaskomponenten vorhanden ist. Somit ist eine Entschwefelungsgeschwindigkeit deutlich erhöht.

20 Weiterhin ist bevorzugt, eine Einstellung der Betriebspa-  
rameter der Verbrennungskraftmaschine während der Ent-  
schwefelung derart auszustalten, daß sich gleichzeitig  
25 eine Raumgeschwindigkeit des Abgases beim Durchströ-  
men des Vorkatalysators deutlich erhöht. Auf diese Weise kann die Konvertierungsrate am Vorkatalysator für die redu-  
zierende Gaskomponente zusätzlich verringert werden. Insgesamt ist das Volumen des Vorkatalysators derart gewählt,  
30 daß in allen anderen Arbeitsmodi der Verbrennungskraftmaschine, außer während der Entschwefelung, die reduzierenden Gaskomponenten zumindest bei niedrigen Raumge-  
schwindigkeiten nahezu vollständig umgesetzt werden. Durch den Einbruch der Konvertierungsrate während der Entschwefelung kann ein Arbeitsmodus der Verbrennungskraftmaschine gewählt werden mit Lambda knapp unter 1, bevorzugt  $\lambda = 0,97 \dots 0,995$ , da hier bereits die Konzentration der reduzierenden Gaskomponenten zur zügigen Ent-  
schwefelung hoch genug liegt. In einer solchen Atmosphäre  
35 wird das Sulfat überwiegend zu SO<sub>2</sub> umgesetzt und eine Bildung des geruchsbelästigenden H<sub>2</sub>S verhindert. Zudem sinkt ein Wirkungsgrad der Verbrennungskraftmaschine mit fallendem Lambdawert, das heißt, die Verbrennungskraftmaschine liefert unter diesen Regenerationsparametern eine niedrigere Leistung beziehungsweise arbeitet mit einem höheren Kraftstoffverbrauch.

40

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

45

Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungs-

beispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

50 Fig. 1 ein Katalysatorsystem mit einem motornahen Vor-  
katalysator und wenigstens einem stromab angeordneten NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator in einem Abgaskanal einer Ver-  
brennungskraftmaschine und

55 Fig. 2 eine Konzentration beziehungsweise ein Volumen-  
anteil von HC und CO vor und hinter dem Vorkatalysator

während einer Entschwefelung.

Die Fig. 1 zeigt schematisch ein Katalysatorsystem 10 zur Reinigung eines Abgases einer Verbrennungskraftmaschine 12. Das Katalysatorsystem 10 umfaßt dabei einen Vorkatalysator 14 und einen NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator 16, die in einem Abgaskanal 18 der Verbrennungskraftmaschine 12 angeordnet sind. Zur Erfassung einer Konzentration von Schadstoffen, wie CO, HC oder NO<sub>x</sub>, befinden sich in ausgewählten Bereichen des Abgaskanals 18 Gassensoren 20. Ferner kann eine Temperatur des Abgases mit Hilfe von zusätzlich in dem Abgaskanal 18 angeordneten Temperatursensoren 22 gemessen werden.

Ein Arbeitsmodus der Verbrennungskraftmaschine 12 kann mittels eines Motorsteuergerätes 24 geregelt werden. So kann beispielsweise für den Fall, daß ein fetter Arbeitsmodus, das heißt  $\lambda < 1$ , der Verbrennungskraftmaschine erforderlich ist, eine Konzentration von Sauerstoff in einem Saugrohr 26 verringert werden. Dazu wird einerseits über ein Abgasrückführventil 28 sauerstoffarmes Abgas in das Saugrohr 26 geleitet und andererseits wird über eine Drosselklappe 30 ein Volumenstrom an angesaugter Luft verringert. Nach einem Verbrennungsvorgang in der Verbrennungskraftmaschine 12 liegen in einem solchen Arbeitsmodus erhöhte Konzentrationen reduzierender Gaskomponenten in dem Abgas vor.

Der Vorkatalysator 14 ist üblicherweise als ein 3-Wege-Katalysator ausgelegt. Neben einer Reduktion von NO<sub>x</sub> in fetter oder stöchiometrischer Atmosphäre ermöglicht er eine Oxidation der reduzierenden Gaskomponenten in allen Arbeitsmodi. Ein Volumen des Vorkatalysators entspricht dabei 15% bis 35%, insbesondere 20% bis 30%, eines Hubraumes der Verbrennungskraftmaschine.

Eine Entschwefelung soll eine Regeneration des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators 16 bewirken. Während des Verbrennungsvorganges entsteht durch wechselnde Schwefelanteile im Kraftstoffgemisch SO<sub>2</sub>, welches sich unter  $\lambda > 1$  als Sulfat in Konkurrenz zum NO<sub>x</sub> in den NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator 16 einlagert. Damit ist eine NO<sub>x</sub>-Speicherkapazität und eine katalytisch aktive Oberfläche des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators 16 verringert. Zudem können infolge einer Sulfatkornbildung Verspannungen innerhalb des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators 16 auftreten, die zu einer beschleunigten Alterung infolge von Rißbildung führen können. Ein Verschwefelungsgrad des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators 16 kann durch eine Messung einer Effizienz für eine NO<sub>x</sub>-Konvertierung überwacht werden. Dazu wird mittels des Gassensorelementes 20 die NO<sub>x</sub>-Konzentration hinter dem NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator 16 gemessen und die NO<sub>x</sub>-Konzentration vor dem NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator 16 anhand von Erfahrungswerten geschätzt. Ein solches Verfahren ist bekannt und soll hier nicht näher erläutert werden.

Die Entschwefelung des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators 16 kann nur bei  $\lambda \leq 1$  und einem Überschreiten einer Mindestentschwefelungstemperatur stattfinden (Regenerationsparameter). Eine temporäre Beeinflussung der Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine 12, beispielsweise durch ein Spätzünden, eine zylinderselektive Vertrümmung der Verbrennungskraftmaschine 12 oder eine Nacheinspritzung, führt neben einem Wechsel des Arbeitsmodus in  $\lambda < 1$  zu einer Erhöhung der Abgastemperatur und Raumgeschwindigkeit. Dabei liegt der Arbeitsmodus der Verbrennungskraftmaschine 12 bevorzugt nur knapp unter  $\lambda = 1$ , so daß die Entschwefelung zur Bildung von SO<sub>2</sub> anstelle des wesentlich geruchsintensiveren H<sub>2</sub>S führt.

Ein Verlauf zweier reduzierender Gaskomponenten, nämlich HC und CO, vor und hinter dem Vorkatalysator 14 ist in der Fig. 2 skizziert. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist auf die Darstellung von H<sub>2</sub>, das in einem CO-H<sub>2</sub>-Verhältnis

von zirka 3 : 1 gebildet wird, verzichtet worden. Die Konzentration von HC vor und hinter dem Vorkatalysator 14 ist relativ gering, und der Einfluß dieser Komponente auf die Entschwefelung, insbesondere auf eine Entschwefelungsgeschwindigkeit, ist zu vernachlässigen. Dagegen liegt ein Volumenanteil von Kohlenmonoxid bei  $\lambda = 0,9$  bei zirka 3% und bei  $\lambda = 0,95$  immerhin noch bei zirka 2%. Diese Volumenanteile übersteigen bei weitem Werte, wie sie bei einem Normalbetrieb des Katalysatorsystems 10 erfaßbar sind, und es kommt somit zu einer deutlichen Beschleunigung der Entschwefelung. Dieser Einbruch der Konvertierungsrate der reduzierenden Gaskomponenten während der Entschwefelung basiert auf der erfindungsgemäßen Auslegung des Volumens des Vorkatalysators 14 mit Hinsicht auf das Volumen des Hubraums der Verbrennungskraftmaschine 12.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zur Reinigung eines Abgases einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem in einem Abgaskanal angeordneten Katalysatorsystem zur Reduzierung eines NO<sub>x</sub>-Anteiles des Abgases, wobei das Katalysatorsystem einen motornahen Vorkatalysator und wenigstens einen stromab angeordneten NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß ein Volumen des Vorkatalysators (14) 15% bis 35% eines Volumens eines Hubraumes der Verbrennungskraftmaschine (12) entspricht.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Volumen des Vorkatalysators (14) 20% bis 30% des Volumens des Hubraumes der Verbrennungskraftmaschine (12) entspricht.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

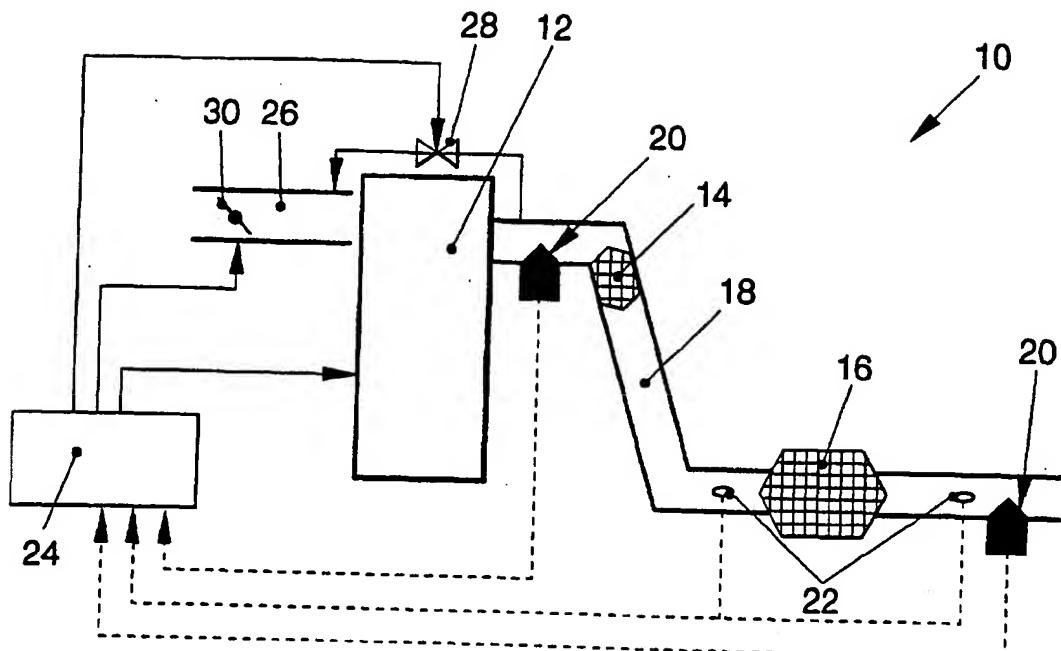


FIG. 1

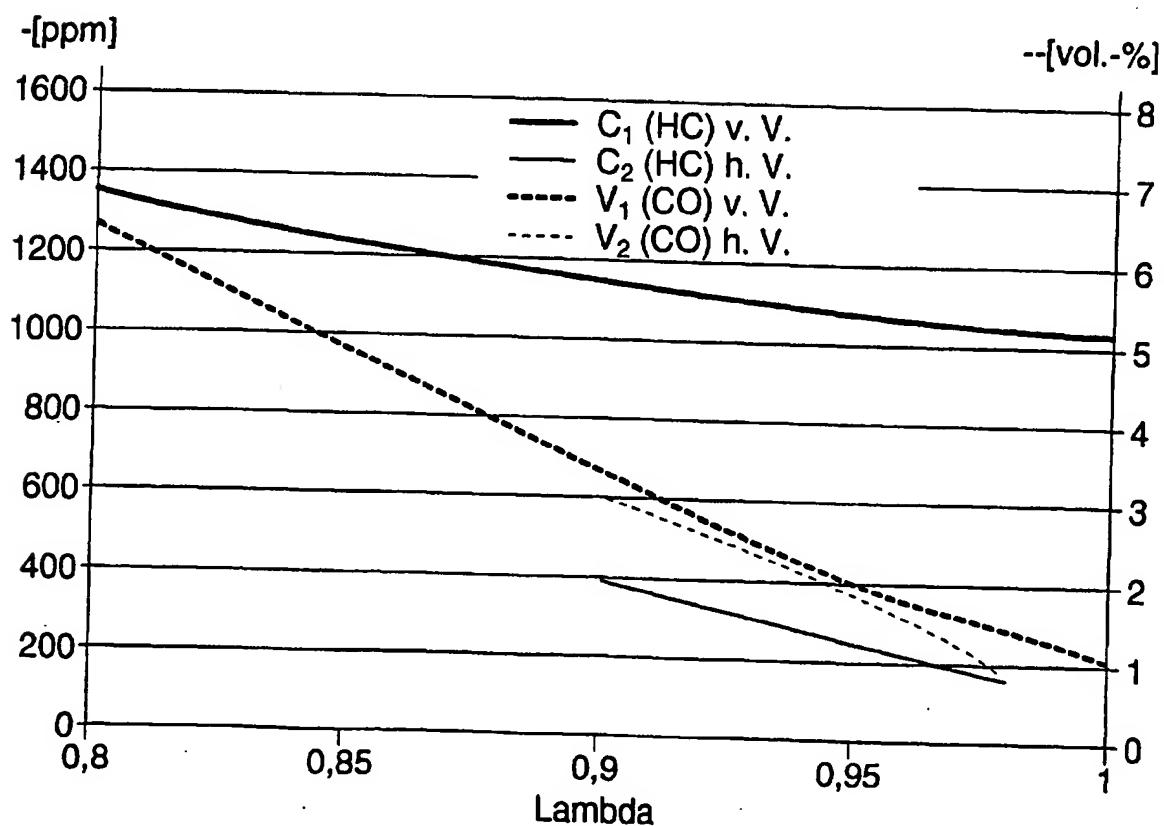


FIG. 2

**STRUCTURAL LAYOUT FOR THE PURIFICATION  
OF THE EXHAUST GAS OF AN  
INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

The invention concerns a device for the purification of the exhaust gas of an internal combustion engine with a catalyst system placed in an exhaust gas channel to reduce the NOx share of the exhaust gas. This catalyst system includes a pre-catalyst located near the engine and at least one NOx storage catalyst located downstream.

This layout provides that a volume of the pre-catalyst (14) corresponds to 15% - 35% of the displacement volume of the internal combustion engine (12).

\*\*\*\*\*

**DESCRIPTION**

The invention concerns a structural layout for the purification of the exhaust gas of an internal combustion engine with the characteristics mentioned in the generic terms of claim 1.

Structures of this type are known and are used for the reduction of gaseous toxic substances such as CO, HC, or NOx in the exhaust-gas. Internal combustion engines of this kind can be operated in various modes that are characterized by a lambda value. A lambda value  $> 1$  indicates an operating mode in which the oxygen concentration is greater than the fuel concentration (lean atmosphere). At  $\lambda = 1$ , the ratios are stoichiometric while at  $\lambda < 1$  -- in a so-called rich atmosphere -- the fuel concentration

predominates. As a result of an ongoing optimization of the combustion process with regard to the fuel consumption, it has been proven advantageous, especially in internal combustion engines with direct injection, to maintain the engine's lean operating mode ( $\lambda > 1$ ) for as long as possible.

Depending on the operating parameters and the engine's operating mode during the combustion process of an air-fuel mixture, reducing-gas components such as CO and HC or oxidizing gas components such as NOx, develop. Both gas components are in thermo-dynamic balance with one another as well as with oxygen, whose adjustment can be supported by appropriate catalysts. Oxidation of the reducing-gas components is generally possible in all operating modes. However, during a lean operation it is not possible to guarantee the NOx reduction at the catalyst during a lean operation. Therefore, NOx absorbers are used, which, under such conditions, allow temporary storage of NOx and at  $\lambda \leq 1$  allow the catalytic conversion (reduction) of the NOx.

Also known is the development of catalyst system from a pre-catalyst located near the engine with at least one downstream NOx storage catalyst. Normally the pre-catalyst is a 3-way catalyst. This means it can accelerate the oxidation of the reducing-gas components and also support the NOx reduction. However, only the oxidation of the reducing-gas components occurs, in the preferred lean operating mode, while NOx is deposited (stored) in the following NOx storage catalyst. The NOx is absorbed in the NOx storage catalyst until its capacity is exceeded and/or a desorption temperature is reached.

Conventional fuels contain variable shares of sulfur. During the combustion process of the air/fuel mixture, SO<sub>2</sub> develops, which is absorbed in the NOx storage

catalyst under formation of sulfate. However, the sulfate formation can lead to non-homogeneities inside the NO<sub>x</sub> storage catalyst as a result of a partial grain formation. Such non-homogeneities represent an attack point for corrosive processes, such as for instance, tears or thermal aging, resulting in damage to the NO<sub>x</sub> storage catalyst. In addition, storage areas available for NO<sub>x</sub> inclusions with chemically more stable sulfates are blocked and thus the efficiency of the NO<sub>x</sub> inclusions in the lean (exhaust gas) operating mode is reduced.

It has become known to desulfurize the NO<sub>x</sub> storage catalyst in regular intervals. The prerequisites for such a desulfurization are setting a minimum desulfurization temperature, and operating in a combustion engine rich mode. If lambda is very low, mostly H<sub>2</sub>S will form, while with a lambda value of 1 or just under 1, mostly SO<sub>2</sub> will develop. However, a disadvantage of the current catalyst systems is the very high conversion rate for the oxidation of the reducing-gas components at the pre-catalyst. Consequently, despite the rich atmosphere, the concentration of the reducing-gas components behind the pre-catalyst is relatively low, and the desulfurization time is prolonged. The result is an increased fuel consumption.

The objective of the present invention is to allow the reduction of the conversion rate of the reducing-gas components during the desulfurization in the simplest and most cost-effective manner possible. Furthermore, the desulfurization should predominantly lead to the formation of SO<sub>2</sub> instead of H<sub>2</sub>O.

This objective is achieved by the invention through the structure layout for the purification of the exhaust gas of the internal combustion engine with the characteristics mentioned in claim 1. Due to the fact that the volume of the pre-catalyst corresponds

to 15% - 35% of the volume of the displacement of the internal combustion engine, the pre-catalyst conversion rate can clearly be reduced during the desulfurization, so that in such an operating mode of the internal combustion engine, the concentration of the reducing-gas components is increased. The result is a clearly increased desulfurization speed.

Furthermore, it is preferable to set the operating parameters of the internal combustion engine during the desulfurization in such a way that the spatial velocity of the exhaust gas flowing through the pre-catalyst is markedly increased. In this manner, the conversion rate of the reducing-gas components at the pre-catalyst can be further reduced. In general, the pre-catalyst volume is chosen in such a way that in all other operating modes of the internal combustion engine, except during the desulfurization, the reducing-gas components are -- at least at low spatial velocities -- almost completely converted. Through the drop in the conversion rate during the desulfurization, an engine operating mode with lambda just under 1, preferably  $\lambda = 0.97 \dots 0.995$  can be chosen, since here the concentration of the reducing-gas components is already high enough for a rapid desulfurization. In such an atmosphere, the sulfate is converted mostly into  $\text{SO}_2$  and the formation of smelly  $\text{H}_2\text{S}$  is prevented. Moreover, with an decreasing lambda value the engine's efficiency decreases, i.e., under these regeneration parameters the internal combustion engine has a lower output (performance) or operates with a higher fuel consumption.

Additional preferred configurations of the invention are described in the characteristics mentioned in the sub-claims.

The invention is described in detail below in an implementation example based on the enclosed drawings. Shown are in:

- Figure 1: a catalyst system with a pre-catalyst located near the engine and at least one NO<sub>x</sub> storage catalyst located downstream in an exhaust-gas channel of an internal combustion engine; and
- Figure 2: a concentration or a volume share of HC and CO in front of and behind the pre-catalyst during the desulfurization.

Figure 1 schematically shows a catalyst system 10 for the purification of the exhaust gas of an internal combustion engine 12. The catalyst system 10 includes a pre-catalyst 14 and an NO<sub>x</sub> storage catalyst 16, both located in the exhaust-gas channel 18 of the internal combustion engine 12. Gas sensors 20 are placed in selected areas of the exhaust-gas channel 18 to record the concentration of toxic substances such as CO, HC or NO<sub>x</sub>. Furthermore, the exhaust-gas temperature can be measured by means of additional temperature sensors 22 placed in the exhaust-gas channel 18.

The operating mode of the internal combustion engine 12 can be regulated by means of an engine control device 24. For instance, when an engine's rich operating mode, i.e.,  $\lambda < 1$ , is required, the oxygen concentration in the intake pipe 26 can be reduced. To that end, on the one hand, oxygen-poor exhaust gas is introduced to the intake duct 26 via an exhaust-gas return valve 28 and, on the other hand, the flow rate of aspirated air is reduced by means of a throttle valve 30. Following the combustion process of the internal combustion engine 12, in such an operating mode increased concentrations of reducing-gas components are present in the exhaust gas.

The pre-catalyst 14 is generally a 3-way catalyst. Along with an N0x reduction in a rich or stoichiometric atmosphere, it also allows the oxidation of the reducing-gas components in all operating modes. The volume of the pre-catalyst corresponds to 15% - 35% , in particular 20% - 30% of the displacement of the internal combustion engine.

The desulfurization should produce the regeneration of the N0x storage catalyst

16. Due to the variable sulfur shares in the fuel mixture, SO<sub>2</sub> develops during the combustion process, which at  $\lambda > 1$  intercalates as sulfate in the N0x storage catalyst 16, in competition with N0x. The result is a reduced N0x storage capacity and a smaller catalytically active surface of the N0x storage catalyst 16. Moreover, as a result of a sulfate grain formation, prestresses occur inside the N0x storage catalyst 16, which could lead to accelerated aging due to the formation of cracks. The degree of the desulfurization of the N0x storage catalyst 16 can be monitored by measuring the efficiency of the N0x conversion. To that end, the N0x concentration behind the N0x storage catalyst 16 is measured by gas-sensor elements 20 and the N0x concentration in front of the N0x storage catalyst 16 is estimated based on practical values. Such a method is known and therefore is not described any further here.

The desulfurization of the N0x storage catalyst 16 can occur only with  $\lambda \leq 1$  and when a minimum desulfurization temperature is exceeded (regeneration parameters). Along with a change of the operating mode to  $\lambda < 1$ , temporary influence on the operating parameters of the internal combustion engine 12, for example by delayed ignition, cylinder-selective trimming (adjustment) of the internal combustion engine 12, or a post-injection = leads to an increase of the exhaust-gas temperature and of the spatial velocity. Preferably the operating mode of the engine 12 is only just under  $\lambda = 1$ ,

so that the desulfurization leads to the formation of SO<sub>2</sub> instead of the considerably more smelly H<sub>2</sub>S.

Figure 2 shows the curve of the two reducing gas components, namely HC and CO, in front of and behind the pre-catalyst 14. For clarity reasons, the H<sub>2</sub>, which formed in a CO/H<sub>2</sub> ratio of approx. 3:1, is not depicted. The HC concentration in front of and behind the pre-catalyst 14 is relatively low, and the effect of these components on the desulfurization, in particular on the desulfurization speed, is negligible. On the other hand, the volume share of carbon monoxide is approx. 3% at  $\lambda = 0.9$  and still approx. 2% at  $\lambda = 0.95$ . These volume shares by far exceed the values recorded during normal operation of the catalyst system 10, and thus the desulfurization is clearly accelerated. This drop in the conversion rate of the reducing-gas components during the desulfurization is based on the volume-layout specified by the invention of the pre-catalyst 14 relation to the displacement volume of the internal combustion engine 12.

## PATENT CLAIMS

1. Structural Layout for the purification of the exhaust gas of an internal combustion engine with a catalyst system for the reduction of the N<sub>0</sub>x share of the exhaust gas located in an exhaust-gas channel, in which the catalyst system includes a pre-catalyst near the engine and at least one downstream N<sub>0</sub>x storage catalyst, characterized in that the volume of the pre-catalyst (14) corresponds to 15% to 35% of the displacement volume of the internal combustion engine (12).

2. Layout as per claim 1, characterized in that the volume of the pre-catalyst (14) corresponds to 20% to 30% of the displacement volume of the internal combustion engine (12).